

Patent number: JP2002025032  
Publication date: 2002-01-25  
Inventor: MAESAKA AKIHIRO; OMORI HIROYUKI  
Applicant: SONY CORP  
Classification:  
- international: G11B5/673; G11B5/667; G11B5/738  
- european:  
Application number: JP20000200370 20000630  
Priority number(s):

[View INPADOC patent family](#)

---

Also Published : |US6596418 (B2)|US2002015864 (A1)

---

**Abstract of JP2002025032**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic recording medium which considerably reduces transition noise in a multilayer magnetic recording film, has excellent S-N ratio and is suitable for short-wavelength recording.

**SOLUTION:** The magnetic recording medium has a perpendicular magnetic recording film 5 comprising an artificial lattice film formed by alternately stacking Pt or Pd layers and Co layers and containing B and O.

---

**Claims of correspondent: US2002015864**

---

What is claimed is:

1. A magnetic recording medium comprising an artificial lattice film formed by alternately layering a Pt or Pd layer and a Co layer and characterized by having a vertical magnetic recording film containing B and O elements.
2. The magnetic recording medium according to claim 1, wherein said B element is contained in a range between 1 atomic % or more and 15 atomic % or less, and said O element is contained in a range between 0.1 atomic % or more and 10 atomic % or less.
3. The magnetic recording medium according to claim 1, wherein there is provided a base layer comprising a material containing a metal having a face-centered cubic structure with reference to said magnetic recording layer.
4. The magnetic recording medium according to claim 3, wherein said metal having the face-centered cubic structure is any one of Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir.
5. The magnetic recording medium according to claim 3, wherein said base layer contains B and O elements.
6. The magnetic recording medium according to claim 5, wherein said B element is contained in a range between 1 atomic % or more and 30 atomic % or less, and said O element is contained in a range between 0.1 atomic % or more and 30 atomic % or less.
7. The magnetic recording medium according to claim 1, wherein there is provided a base layer comprising a composite material of any of metals having a face-centered cubic structure and any of oxides, nitrides or carbides with reference to said magnetic recording layer.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-25032  
(P2002-25032A)

(43) 公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B	5/673	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/667		
	5/738		

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-200370 (P2000-200370)

(22) 出願日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 前坂 明弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72) 発明者 大森 広之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

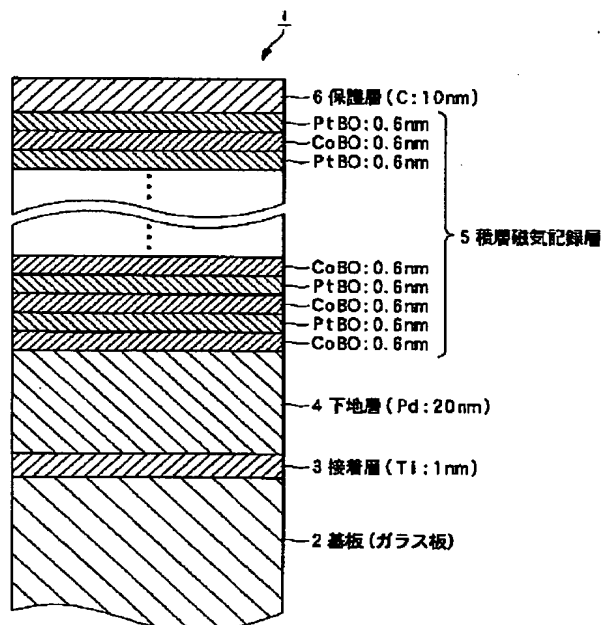
Fターム (参考) 5D006 BB01 BB06 BB08 CA01 CA03  
CA04 CA05 DA08 FA09

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/Nに優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 Pt層若しくはPd層と、Co層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B及びOを含有してなる垂直磁気記録膜5を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Pt層若しくはPd層と、Co層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B及びOを含有してなる垂直磁気記録膜を備えることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 上記Bは、1原子%以上15原子%以下の範囲で含有され、且つ上記Oは、0.1原子%以上10原子%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】 上記磁気記録層に対して、面心立方構造を有する金属を含有する材料からなる下地層を備えることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項4】 上記面心立方構造を有する金属は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、若しくはIrであることを特徴とする請求項3記載の磁気記録媒体。

【請求項5】 上記下地層は、B及びOを含有することを特徴とする請求項3記載の磁気記録媒体。

【請求項6】 上記Bは、1原子%以上30原子%以下の範囲で含有され、且つ上記Oは、0.1原子%以上30原子%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項5記載の磁気記録媒体。

【請求項7】 上記磁気記録層に対して、面心立方構造を有する金属と、酸化物、窒化物、若しくは炭化物の何れかとの複合材料からなる下地層を備えることを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項8】 上記面心立方構造を有する金属は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、若しくはIrであることを特徴とする請求項7記載の磁気記録媒体。

【請求項9】 上記酸化物は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZrO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}$ であることを特徴とする請求項7記載の磁気記録媒体。

【請求項10】 上記窒化物は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{ZrN}$ 、 $\text{GaN}$ であることを特徴とする請求項7記載の磁気記録媒体。

【請求項11】 上記炭化物は、 $\text{SiC}$ 、 $\text{TiC}$ 、 $\text{ZrC}$ 、 $\text{TaC}$ であることを特徴とする請求項7記載の磁気記録媒体。

【請求項12】 上記下地層の直下に軟磁性層を備えることを特徴とする請求項8記載の磁気記録媒体。

【請求項13】 上記軟磁性層は、 $\text{NiFe}$ 、 $\text{CoZr}$ 、 $\text{FeN}$ 、若しくは $\text{NiFeTa}$ からなることを特徴とする請求項12記載の磁気記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスク、磁気テープ、フロッピー（登録商標）ディスク、光磁気ディスク等に利用される磁気記録媒体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気記録媒体に関する面内磁気記録は、

記録情報の高密度化に伴って、記録磁化が時間の経過にしたがって減衰する熱減磁が問題となってきた。

【0003】この、磁気記録媒体に対する面内磁気記録の問題点を解決する手法の1つとして、垂直磁気記録がある。かかる垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性材料として、CoCr合金が広く研究されている。

【0004】しかしながら、垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性材料としてのCoCr合金の垂直磁気異方性は、飽和磁化より小さいため、垂直角形比が1にならないという欠点がある。このため、CoCr合金の磁性層は、長波長記録部分で反転磁化領域が発生し、それがノイズの原因となることが知られている。

【0005】この問題を解決するためには、垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性層として、垂直磁気異方性の大きな材料を用いれば良く、そのような磁性層としては、CoとPt又はPdとを交互に積層した積層磁性層がある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、かかるCoと、Pt又はPdとを交互に積層した積層磁気記録層を有する磁気記録媒体は、積層磁気記録層の垂直磁気異方性磁界が飽和磁化に起因した反磁界より十分大きいので、積層磁気記録層におけるノイズの発生は少ないが、その反面遷移ノイズが多いので短波長記録には不向きであるという問題がある。

【0007】したがって、本発明は、かかる点に鑑み、Coと、Pt又はPdとを交互に積層した積層磁気記録層を有する磁気記録媒体において、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/Nに優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る磁気記録媒体は、Pt層若しくはPd層と、Co層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B及びOを含有してなる垂直磁気記録膜を備えることを特徴とするものである。

【0009】本発明に係る磁気記録媒体は、積層磁気記録層として、Pt層若しくはPd層とCo層とが交互に積層された人工格子膜からなり、さらにB及びOを含有してなる垂直磁気記録膜を備えるため、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少する。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施の形態を図面を参照して説明する。

【0011】図1を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。図1に示した磁気記録媒体1は、基板2と、基板2上に形成された接着層3と、接着層3上に形成された下地層4と、下地層4上に形成された積層磁気記録層5と、積層磁気記録層5上に形成された保護層6とを備えて構成されている。

【0012】基板2は、磁気記録媒体の種類により異なるが、ここでは、例えばガラス板を用いる。

【0013】接着層3は、基板2と下地層4との接合力を高めるために設けられる。接着層3の材質は、基板及び下地層4の種類により異なるが、基板2がガラス板の場合には、接着層3としては、例えばTiを用いることができ、その厚さは、例えば1nmである。

【0014】下地層4は、面心立方構造を有する金属を含む材料により構成される。このような材料としては、具体的には、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irを挙げることができる。また、これらの材料は、特に、酸化や窒化等の化学的変化を受け難い材料が選ばれており、これらの合金も用いることが可能である。ここでは下地層4として、例えばPdを用い、その厚さは、例えば20nmとされる。

【0015】積層磁気記録層5は、Pt層及Co層が所定の層数だけ交互に積層された人工格子膜からなるものである。そして、この人工格子膜は、高密度記録に対応した垂直磁気記録用の垂直磁化膜とされている。積層磁気記録層5は、ここでは、例えば厚さが、0.6nmのCo層と、例えば厚さが0.6nmのPt層とが、それぞれ20層ずつ交互に積層されてなる。また、Pt層の代わりにPd層等を用いても良い。

【0016】保護層6は、積層磁気記録層5上に被着形成されている。この保護層6の材料としては、例えばCを用いることができ、その厚さは、例えば10nmである。

【0017】ここで、この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5がその層中にB元素及びO元素を含有することを特徴とする。そして、B元素及びO元素は、積層磁気記録層5の構成要素であるCo層及びPt層の双方に含有されるものである。

【0018】この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5中にB元素及びO元素を含有することにより、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性が向上する。そして、この結晶粒子の結晶学的な孤立は、当該結晶粒子の磁気的な孤立を生じさせる。その結果、この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5における遷移ノイズが減少し、S/Nを向上させることが可能となる。

【0019】ここで、積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、B元素に関しては、1原子%以上、15原子%以下とすることが好ましい。

【0020】これは、積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率が、1原子%未満である場合には、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性を十分に向上させることができない。そして、その結果、積層磁気記録層5における遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を十分に得ることができないからである。また、積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率が、15原子%よりも多い場合には、過剰のB元素が

結晶粒子内に進入することで、垂直磁気異方性が劣化する。その結果、垂直角形比が1以下となり、S/Nが低下するからである。

【0021】そして、上述した含有率は、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層において上述した範囲とされる。磁気記録媒体1では、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層に、上述した範囲でB元素を含有させることにより、上述した効果を確実に得ることができるからである。

【0022】また、積層磁気記録層5中におけるO元素の含有率は、0.1原子%以上、10原子%以下とすることが好ましい。

【0023】これは、積層磁気記録層5中におけるO元素含有率が、1原子%未満である場合には、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性を十分に向上させることができない。そして、その結果、積層磁気記録層5における遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を十分に得ることができないからである。また、積層磁気記録層5中におけるO元素の含有率が、10原子%よりも多い場合には、過剰のO元素が結晶粒子内に進入することで、垂直磁気異方性が劣化する。その結果、垂直角形比が1以下となり、S/Nが低下するからである。

【0024】そして、上述した含有率は、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層において上述した範囲とされる。磁気記録媒体1では、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層に、上述した範囲でO元素を含有させることにより、上述した効果を確実に得ることができるからである。

【0025】また、上述した下地層4は、図2に示すように、上述した材料がB元素及びO元素を含有した材料により構成されても良い。下地層4がかかる材料により構成されることにより、Pt層及びCo層からなる積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させることができるからである。これは、下地層4がB元素及びO元素を含有することにより、その結晶粒の孤立性が高められ、当該下地層4上に形成される積層磁気記録層5の結晶粒の孤立性を高めるからである。

【0026】このとき、上述した下地層4中におけるB元素及びO元素の含有率は、B元素に関しては、1原子%以上、30原子%以下とすることが好ましい。

【0027】これは、下地層4中におけるB元素の含有率が、1原子%未満である場合には、下地層4の結晶粒の孤立性を十分に高めることができないため、下地層4上に形成される積層磁気記録層5の結晶粒の孤立性が十分に高められない。そして、その結果、積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を得ることができないからである。また、下地層4中に含有させるB元素の量が、30原子%よりも多

い場合には、下地層の結晶粒サイズが不均一となり、その結果、積層磁気記録層5の結晶粒サイズが不均一となりS/N比が低下するからである。

【0028】また、下地層4中に含有させるO元素の割合は、0.1原子%以上、30原子%以下とすることが好ましい。これは、下地層4中に含有させるO元素の量が、1原子%未満である場合には、下地層4の結晶粒の孤立性を十分に高めることができないため、下地層4上に形成される積層磁気記録層5の結晶粒の孤立性が十分に高められない。そして、その結果、積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を得ることができないからである。また、下地層4中に含有させるO元素の量が、30原子%よりも多い場合には、下地層の結晶粒サイズが不均一となり、その結果、積層磁気記録層5の結晶粒サイズが不均一となりS/N比が低下するからである。

【0029】そして、上述したB元素及びO元素を含有する積層磁気記録層5とB元素及びO元素を含有する下地層4とを併用することにより、積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果をさらに高めることが可能となる。

【0030】また、上述した下地層4は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irの面心立方構造の金属の何れかと、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、TiO<sub>2</sub>、Li<sub>2</sub>O、CaO、ZnO、ZrO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HfO等の酸化物の何れか、との複合材料からなる複合材料層にて構成されても良い。下地層4が、かかる構成を有することにより、Pt層及びCo層からなる積層磁気記録層5を有する磁気記録媒体にみられる遷移ノイズを大きく減少させることができる。また、上述した複合材料は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irの面心立方構造の金属の何れかと、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、AlN、BN、TiN、ZrN、GaN等の窒化物の何れか、との複合材料でも良く、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irの面心立方構造の金属の何れかと、SiC、TiC、ZrC、TaC等の炭化物の何れか、との複合材料でも良い。何れの場合も、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irの面心立方構造の金属の何れかと、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、TiO<sub>2</sub>、Li<sub>2</sub>O、CaO、ZnO、ZrO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HfO等の酸化物の何れか、との複合材料の場合と同様の効果を得ることができる。

【0031】さらに、この磁気記録媒体においては、上述した複合材料からなる下地層4を備える場合に、図3に示すように下地層4の直下に、すなわち積層磁気記録層5と反対側に軟磁性層を配しても良い。通常、垂直記録用磁気記録層の下側に、軟磁性層を配すると、記録遷移が明瞭に書けることが知られているが、その反面、磁気記録層のノイズが増加することが多い。そこで、上述したように、軟磁性層と、積層磁気記録層5との間に、上述した複合材料からなる下地層4を備えることで、磁

気記録層で発生するノイズを低減することができる。すなわち、磁気記録層のノイズを増加させることなく、記録遷移を明瞭に書くことが可能となる。

【0032】このとき、複合材料からなる下地層4の厚さは、1nmより薄いときは、ノイズ低減効果は得られず、30nmより厚い場合は、積層磁気記録層5と、軟磁性層との間の距離が離れすぎて、軟磁性層による上述した効果が小さくなる。したがって、軟磁性層を備える場合には、複合材料からなる下地層4の厚さは、1nm以上、30nm以下とすることが好ましい。

【0033】図3の例では、軟磁性層として、例えば、NiFe層を用い、複合材料層として、例えば、厚さが20nmの(Au+SiO<sub>2</sub>)層を用い、積層磁気記録層5として、厚さが、例えば、0.6nmのPd層と、厚さが、例えば、0.6nmのCo層とが、それぞれ20枚ずつ交互に積層されたものを用いている。

【0034】また、図3においては、軟磁性層として、NiFe層を用いているが、軟磁性層に用いる材料は、これに限定されることなく、CoZr、FeN、NiFeTa等を用いることもできる。

【0035】

【実施例】以下、本発明を具体的な例に基づいて説明する。

【0036】＜実施例1＞実施例1では、積層磁気記録層である垂直磁化膜にB元素及びO元素を含有させた磁気記録媒体を作製した。

【0037】磁気記録媒体は、直径2.5インチのガラス基板上に、RFスパッタ法により、下地層と積層磁気記録層とをこの順で成膜して作製した。積層磁気記録層は、人工格子膜からなる垂直磁化膜により構成した。各層の組成、構成は、(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm)×20/Pd:20nmとし、図4に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0038】成膜条件は、スパッタリング前到達真空度:8×10<sup>-5</sup>Pa、投入電力:120Wとした。スパッタリングターゲットは、下地層4用には、Pdターゲット、積層磁気記録層5用には、図4に示すようにCoターゲット上及びPdターゲット上に1cm角のBチップを4個配置させたターゲットを用いた。下地層4の成膜は、Ar雰囲気中において2Paのスパッタガス圧で行い、積層磁気記録層5の成膜は、(Ar+O<sub>2</sub>)雰囲気中において2Paのスパッタガス圧で行った。ArとO<sub>2</sub>の質量流量比O<sub>2</sub>/Arは、0.2%とした。

【0039】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、エネルギー分散性X線(Energy-dispersive x-ray:以下、EDXと呼ぶ。)及び二次イオン質量分析計(Secondary ion mass spectrometer:以下、SIMSと呼ぶ。)により調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.3原子%であっ

た。

【0040】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べた結果を表1に示す。ここで、S/Nは、磁気記録媒体1を磁気ヘッドに対する相対速度が15m/secになるように回転させ、記録トラック幅が1.2μmの磁

気抵抗効果型ヘッド(MRヘッド)で周波数が50MHzの信号を磁気記録媒体に記録し、その再生信号中の50MHzの信号と、0Hzから80MHzまでのノイズを積分したノイズ強度との比と定めた。

【0041】

【表1】

	層 構 成	H <sub>c</sub>	S/N
実施例1	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/Pd-20nm	2.0kOe	28dB
実施例7	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/PdBO-20nm	2.3kOe	30dB
実施例15	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/(Pd+SiO <sub>2</sub> )-20nm	2.0kOe	30dB
実施例36	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/(Pd+SiO <sub>2</sub> )-10nm/Ni <sub>80</sub> Fe <sub>15</sub> Ta <sub>5</sub> -20nm	—	32dB
比較例1	(Co-0.4nm/Pd-0.6nm)×20/Pd-20nm	3.4kOe	12dB

【0042】実施例1で作製した磁気記録媒体1は、H<sub>c</sub>は磁氣的及び熱的外乱に対して安定しており、且つ従来の記録ヘッドで記録可能である実用的なレベルの値を保持しつつ、遷移ノイズが著しく改善されている。その結果、S/Nは28dBと良好な値を示している。

【0043】＜実施例2＞下地層をPtとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0044】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0045】＜実施例3＞下地層をAuとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0046】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0047】＜実施例4＞下地層をAgとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0048】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0049】＜実施例5＞下地層をRhとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0050】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0051】＜実施例6＞下地層をIrとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0052】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力H<sub>c</sub>、及び信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0053】＜実施例7＞実施例7では、積層磁気記録層である垂直磁化膜と、下地層との双方にB元素及びO元素を含有させた磁気記録媒体を作製した。

【0054】磁気記録媒体は、実施例1と同様にして作製した。各層の組成、構成は、(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm)×20/PdBO:20nmとし、図5に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0055】スパッタリングターゲットは、下地層4用には、図6に示すようにPdターゲット上に1cm角のBチップを4個配置させたターゲット、積層磁気記録層5用には、図6に示すようにCoターゲット上及びPdターゲット上に1cm角のBチップを4個配置させたターゲットを用いた。

【0056】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0057】上記において作製した磁気記録媒体1の垂

直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べた結果を表1に併せて示す。ここで、 $S/N$ は、実施例1と同様にして求めた。

【0058】実施例7で作製した磁気記録媒体は、実施例1で作製した磁気記録媒体よりもさらに遷移ノイズが改善され、 $S/N$ は30dBと良好な値を示している。この磁気記録層では、Pd下地層にもB元素及びO元素を含有させることにより、下地層の結晶粒の孤立性が高められたことで、その上に積層したCo/Pd積層磁気記録層の結晶粒の孤立性がより高められた。そして、その結果、積層磁気記録層における遷移ノイズが減少し、 $S/N$ が向上したものと考えられる。

【0059】＜実施例8＞下地層をPtBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0060】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0061】＜実施例9＞下地層をAuBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0062】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0063】＜実施例10＞下地層をAgBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0064】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0065】＜実施例11＞下地層をRhBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0066】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0067】＜実施例12＞下地層をIrBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0068】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0069】＜実施例13＞実施例13では、積層磁気記録層中におけるB元素の含有率が、 $S/N$ に与える影響について調べた。

【0070】磁気記録媒体は、積層磁気記録層中におけるO元素の含有率を0.2原子%に固定し、B元素の含有率を0原子%、0.5原子%、0.7原子%、1原子%、1.8原子%、3原子%、4.3原子%、5原子%と変化させること以外は、実施例1と同様にして8種類

の磁気記録媒体を作製した。各層の組成、構成は、実施例1と同様に(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) $\times$ 20/Pd:20nmとし、図4に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0071】積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率は、スパッタリングターゲット上に配置するBチップの数で制御し、O元素の含有率は、ArとO<sub>2</sub>の質量流量比(O<sub>2</sub>/Ar)により制御した。

【0072】磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、化学分析、エネルギー分散性X線(Energy-dispersive x-ray:EDX)及び二次イオン質量分析計(Secondary ion mass spectrometer:SIMS)を用いて総合的に解析した。

【0073】上記において作製した8種類の磁気記録媒体の垂直方向の信号対ノイズの比 $S/N$ を調べた結果を図7に示す。ここで、 $S/N$ は、実施例1と同様にして求めた。

【0074】図7より、B元素の含有率が1原子%の付近で $S/N$ は急激に上昇し、それ以上の範囲では、ほぼ一定の値となることが判る。この $S/N$ が上昇するB元素含有率の臨界値を、O元素含有率を変化させて調べた結果を図8に示す。図8から判るように、 $S/N$ が向上するB元素の臨界含有率は、O元素の含有率が0.1原子%以上であれば、O元素の含有率に依存せずほぼ一定であった。

【0075】以上の結果から、積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるために必要なB元素の含有率は、1原子%以上であることが判る。この条件は、上述した実施例7におけるPdBOからなる下地層の結晶粒子が孤立化する条件と同一であった。

【0076】＜実施例14＞実施例14では、積層磁気記録層中におけるO元素の含有率が、 $S/N$ に与える影響について調べた。

【0077】磁気記録媒体は、B元素の含有率を3原子%に固定し、B元素の含有率を0原子%、0.05原子%、0.08原子%、0.1原子%、0.2原子%、0.3原子%、0.37原子%、0.48原子%と変化させること以外は、実施例1と同様にして8種類の磁気記録媒体を作製した。各層の組成、構成は、実施例1と同様に(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) $\times$ 20/Pd:20nmとし、図4に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0078】積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率は、スパッタリングターゲット上に配置するBチップの数で制御し、O元素の含有率は、ArとO<sub>2</sub>の質量流量比(O<sub>2</sub>/Ar)により制御した。

【0079】磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、実施例13と同様に、化学分析、EDX及びSIMSを用いて総合的に解析した。

【0080】上記において作製した8種類の磁気記録媒体の垂直方向の信号対ノイズの比 $S/N$ を調べた結果を図9に示す。ここで、 $S/N$ は、実施例1と同様にして求めた。

【0081】図9より、O元素の含有率が0.1原子%の付近で $S/N$ は急激に上昇し、それ以上の範囲では、ほぼ一定の値となることが判る。この $S/N$ が上昇するO元素含有率の臨界値をB元素含有率を変化させて調べた結果を図10に示す。図10から判るように、 $S/N$ が向上するB元素の臨界含有率は、B元素の含有率が1原子%以上であれば、B元素の含有率に依存せずほぼ一定であった。

【0082】以上の結果から、積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるために必要なO元素の含有率は、0.1原子%以上であることが判る。この条件は、上述した実施例7におけるPdBOからなる下地層の結晶粒子が孤立化する条件と同一であった。

【0083】＜実施例15＞実施例15では、積層磁気記録層である垂直磁化膜にB元素及びO元素を含有させ、さらに下地層としてPdと $SiO_2$ とを同時成膜した複合下地層を用いた磁気記録媒体を作製した。

【0084】磁気記録媒体の各層の組成、構成は、(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) $\times$ 20/Pd+ $SiO_2$ :20nmとし、図11に示す断面構造からなる磁気記録媒体を作製した。

【0085】そして、複合下地膜を、 $SiO_2$ のターゲット上にPdのチップを配置したターゲットを用いてRFマグネトロンスパッタで成膜したこと以外は、実施例1と同様にして作製した。複合下地膜の構成は体積比でPd:50%、 $SiO_2$ :50%である。

【0086】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0087】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べた結果を表1に併せて示す。ここで、 $S/N$ は、実施例1と同様にして求めた。

【0088】実施例15で作製した磁気記録媒体1は、実施例1で作製した磁気記録媒体よりもさらに遷移ノイズが改善され、 $S/N$ は、実施例7の磁気記録媒体とほぼ同等の31dBという良好な値を示している。これは、下地層4としてPd+ $SiO_2$ 複合下地層を用いたことにより、CoBO/PdBO積層磁気記録層5における結晶粒の孤立性が実施例1に較べて、より高められ、その結果として遷移ノイズが大幅に減少し、 $S/N$ が向上したものと考えられる。

【0089】＜実施例16＞下地層をPt+ $SiO_2$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体

を作製した。

【0090】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0091】＜実施例17＞下地層をAu+ $Al_2O_3$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0092】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0093】＜実施例18＞下地層をAg+MgOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0094】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15同等の効果が得られた。

【0095】＜実施例19＞下地層をRh+ $TiO_2$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0096】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0097】＜実施例20＞下地層をIr+ $LiO_2$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0098】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0099】＜実施例21＞下地層をPd+CaOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0100】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0101】＜実施例22＞下地層をPd+ZnOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0102】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0103】＜実施例22＞下地層をPd+ZrOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0104】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0105】＜実施例23＞下地層をPd+ $Y_2O_3$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0106】上記において作製した磁気記録媒体の垂直



方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0107】＜実施例24＞下地層を $Pd+HfO$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0108】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0109】＜実施例25＞下地層を $Pd+HfO$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0110】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0111】＜実施例26＞下地層を $Pd+Si_3N_4$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0112】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0113】＜実施例27＞下地層を $Pt+AlN$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0114】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0115】＜実施例28＞下地層を $Au+BN$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0116】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0117】＜実施例29＞下地層を $Ag+TiN$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0118】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0119】＜実施例30＞下地層を $Rh+ZrN$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0120】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0121】＜実施例31＞下地層を $Ir+GaN$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0122】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0123】＜実施例32＞下地層を $Pd+SiC$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0124】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0125】＜実施例33＞下地層を $Pt+TiC$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0126】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0127】＜実施例34＞下地層を $Au+ZrC$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0128】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0129】＜実施例35＞下地層を $Ag+TaC$ としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0130】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比 $S/N$ を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0131】以上、実施例15乃至実施例35の結果より、下地層が、 $Pd$ 、 $Pt$ 、 $Au$ 、 $Ag$ 、 $Rh$ 、 $Ir$ の面心立方構造の金属の何れかと、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $TiO_2$ 、 $Li_2O$ 、 $CaO$ 、 $ZnO$ 、 $ZrO$ 、 $Y_2O_3$ 、 $HfO$ 等の酸化物の何れか、との複合材料からなる複合材料、 $Pt$ 、 $Au$ 、 $Pd$ 、 $Ag$ 、 $Rh$ 、 $Ir$ の面心立方構造の金属の何れかと、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$ 、 $BN$ 、 $TiN$ 、 $ZrN$ 、 $GaN$ 等の窒化物の何れか、との複合材料、若しくは、 $Pt$ 、 $Au$ 、 $Pd$ 、 $Ag$ 、 $Rh$ 、 $Ir$ の面心立方構造の金属の何れかと、 $SiC$ 、 $TiC$ 、 $ZrC$ 、 $TaC$ 等の炭化物の何れか、との複合材料により構成することにより積層磁気記録層にみられる遷移ノイズを減少させ、 $S/N$ 比を向上させる効果を得られることが確認された。

【0132】＜実施例36＞実施例36では、下地層の下に $NiFeTa$ からなる軟磁性層を備え、その上に下地層、積層磁気記録層が形成された磁気記録媒体を作製した。

【0133】磁気記録媒体の各層の組成、構成は、 $(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) \times 20 / (Pd+SiO_2):20nm / Ni_{80}Fe_{15}Ta_5:20nm$ とし、図12に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0134】そして、軟磁性層を、 $Ni$ ターゲットと $Fe$ ターゲットと $Ta$ ターゲットとを用いてスパッタ法で成膜したこと以外は、実施例15と同様にして作製し

た。

【0135】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0136】上記において作製した磁気記録媒体1の信号対ノイズの比S/Nを調べた結果を表1に併せて示す。ここで、S/Nは、実施例1と同様にして求めた。

【0137】実施例36の磁気記録媒体1は、裏打ち層として軟磁性層である $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{15}\text{Ta}_5$ 層を用いることで、積層磁気記録層における記録磁区の遷移領域がより明瞭になったために、S/Nは実施例1、実施例7及び実施例15よりもさらに向上し、32dBと良好な値を示している。

【0138】＜実施例37＞軟磁性層をCoZrとしたこと以外は、実施例36と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0139】上記において作製した磁気記録媒体の信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例36と同等の効果が得られた。

【0140】＜実施例38＞軟磁性層をFeNとしたこと以外は、実施例36と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0141】上記において作製した磁気記録媒体の信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例36と同等の効果が得られた。

【0142】以上、実施例36乃至実施例38の結果から、下地層の直下、すなわち積層磁気記録層と反対側に裏打ち層として軟磁性層を備えることにより、積層磁気記録層における記録磁区の遷移領域がより明瞭にすることができ、その結果、S/Nを向上させられることが確認された。

【0143】＜比較例＞比較例では、積層磁気記録層である垂直磁化膜、及び下地層にB元素及びO元素を含有させない従来の磁気記録媒体1を作製した。

【0144】磁気記録媒体は、実施例1と同様にして作製した。各層の組成、構成は、(Co:0.4nm/Pd:0.6nm)×20/Pd:20nmとし、図13に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0145】スパッタリングターゲットは、下地層4用には、Pdターゲット、積層磁気記録層5用には、Coターゲット及びPdターゲットを用いて、2PaのAr雰囲気中で成膜を行った。

【0146】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力 $H_c$ 、及び信号対ノイズの比S/Nを調べた結果を表1に併せて示す。ここで、S/Nは、実施例1と同様にして求めた。

【0147】比較例1で作製した磁気記録媒体1は、 $H_c$ は、磁氣的及び熱的外乱に対して安定であり、且つ従

来の記録ヘッドで記録可能な実用的な値を示しているが、遷移ノイズが大きく、その結果S/Nは12dBと小さい値を示している。

【0148】ここで、比較例と実施例1との磁気記録媒体の、積層磁気記録層における遷移ノイズの差を明らかにするために、積層磁気記録層の微細構造を透過電子顕微鏡(Transmission electron microscope: TEM)により解析し、比較例と実施例1とを比較した。実施例1のTEMでの観察結果を図14に、比較例のTEMでの観察結果を図15に示す。その結果、比較例では、結晶粒子同士が密着しているのに対し、実施例1では、結晶粒界に隙間が見られた。

【0149】また、実施例1の結晶粒界の構造を明らかにするために、高分解能TEMとEDXにより解析を行った。EDXの分析領域は5nm程度で、高分解能TEM像中の分析領域Aでは結晶粒子内のみの元素情報が得られるが、分析領域Bでは結晶粒内と結晶粒界の両方の元素情報を含んでいる。結晶粒内のEDXの分析結果を図16に、結晶粒界のEDXの分析結果を図17に示す。また、高分解能TEMでの観察結果を図18に示す。

【0150】高分解能TEM像からは、結晶粒子の周りがアモルファス状の物質で満たされており、結晶粒子同士が結晶学的に孤立しているのが判った。

【0151】また、EDXスペクトルを結晶粒内と結晶粒界とで比較すると、B元素及びO元素は結晶粒界でしか検出されず、結晶粒界にボロンオキサイド相が析出していると考えられる。

【0152】これらのことより、本解析結果は、B元素及びO元素が積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるのに重要な役割を果たすことを示している。すなわち、この結晶粒子の結晶学的な孤立が磁氣的な孤立を生じさせ、その結果遷移ノイズが減少し、S/Nが向上したものと考えられる。

【0153】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に係る磁気記録媒体は、積層磁気記録層として、Pt層若しくはPd層とCo層とが交互に積層された人工格子膜からなり、さらにB及びOを含有してなる垂直磁気記録膜を備えるため、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少する。

【0154】したがって、本発明によれば、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/Nに優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気記録媒体の一例の層構造を示す要部断面図である。

【図2】本発明を適用した磁気記録媒体の一例の層構造を示す要部断面図である。

【図3】本発明を適用した磁気記録媒体の一例を層構造を示す要部断面図である。

【図4】実施例1、実施例13及び実施例14で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図5】実施例7で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図6】本発明を適用した磁気記録媒体を作製する際に用いたスパッタリングターゲットを示す平面図である。

【図7】B元素の含有率とS/Nとの関係を示す特性図である。

【図8】O元素の含有率とS/Nが上昇するB元素の含有率の臨界値との関係を示す特性図である。

【図9】O元素の含有率とS/Nとの関係を示す特性図である。

【図10】B元素の含有率とS/Nが上昇するO元素の含有率の臨界値との関係を示す特性図である。

【図11】実施例15で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図12】実施例36で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図13】比較例で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図14】実施例1のTEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

【図15】比較例のTEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

【図16】結晶粒内のEDXの分析結果を示す特性図である。

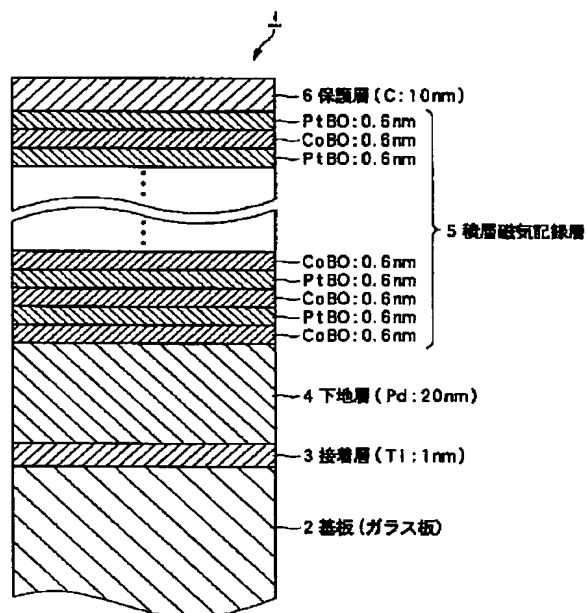
【図17】結晶粒界のEDXの分析結果を示す特性図である。

【図18】実施例1の高分解能TEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

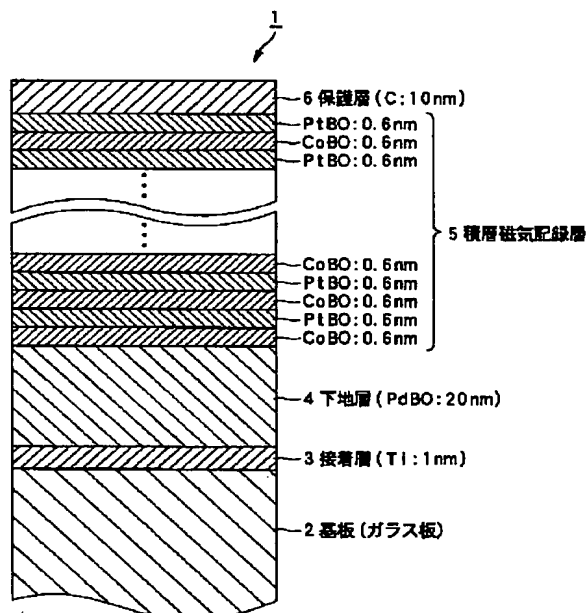
#### 【符号の説明】

1 磁気記録媒体、2 基板、3 接着層、4 下地層、5 積層磁気記録層、6 保護層、7 軟磁性層

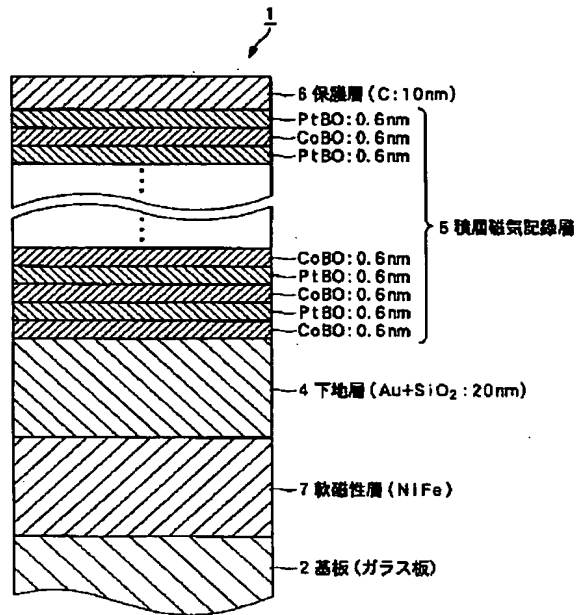
【図1】



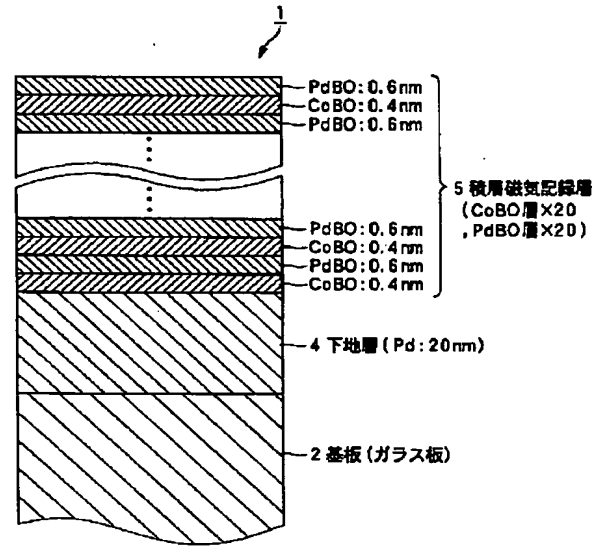
【図2】



【図3】

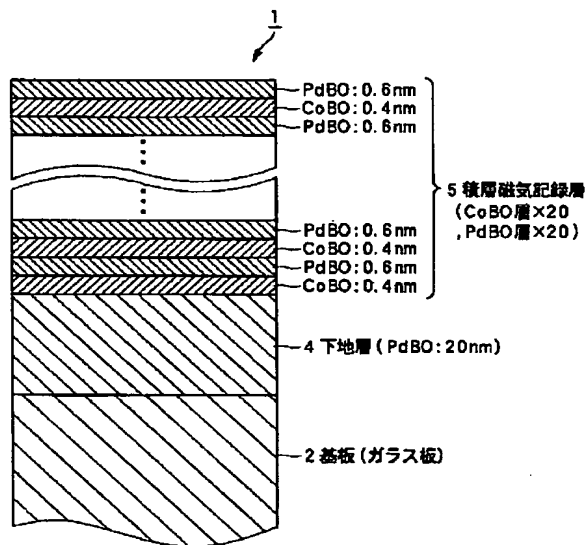


【図4】



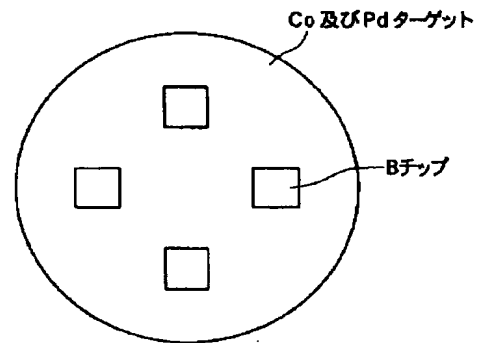
実施例 1, 13, 14

【図5】

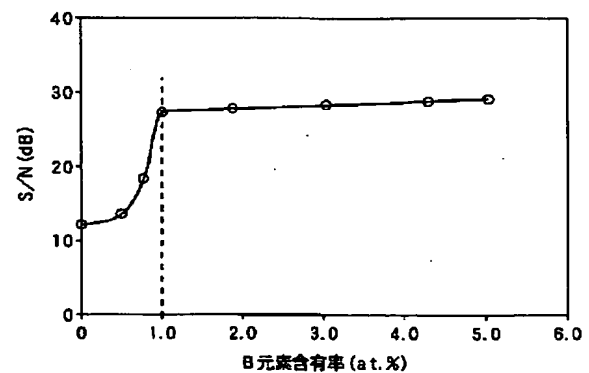


実施例 7

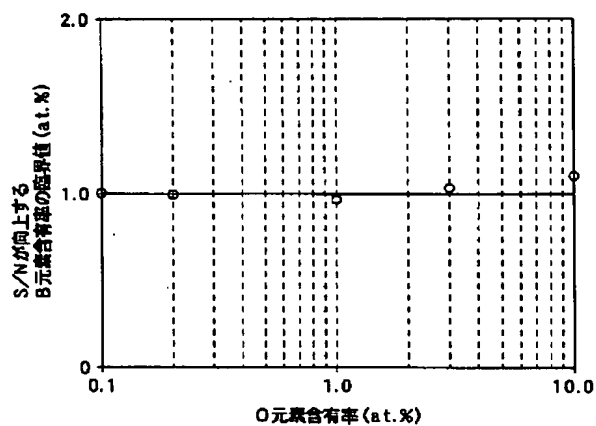
【図6】



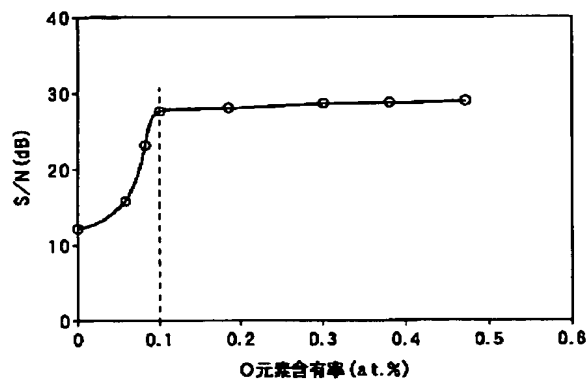
【図7】



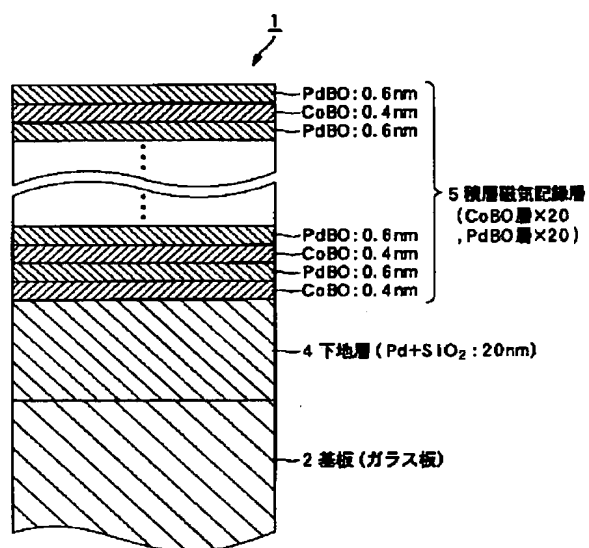
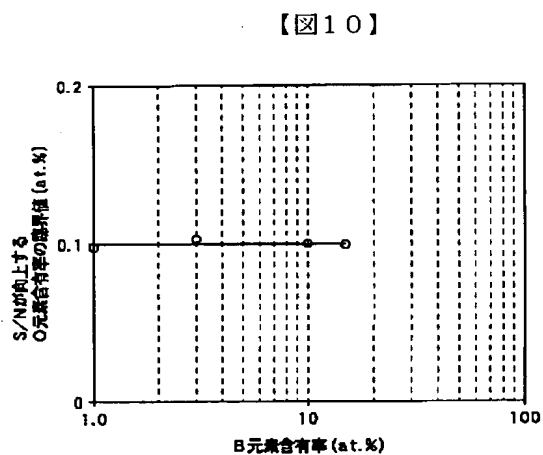
【図8】



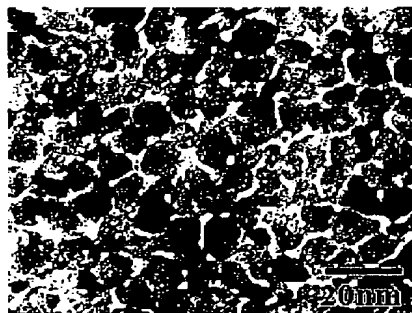
【図9】



【図11】

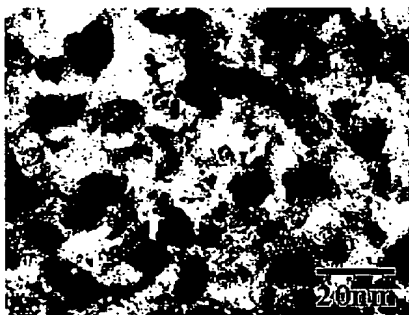


【図14】



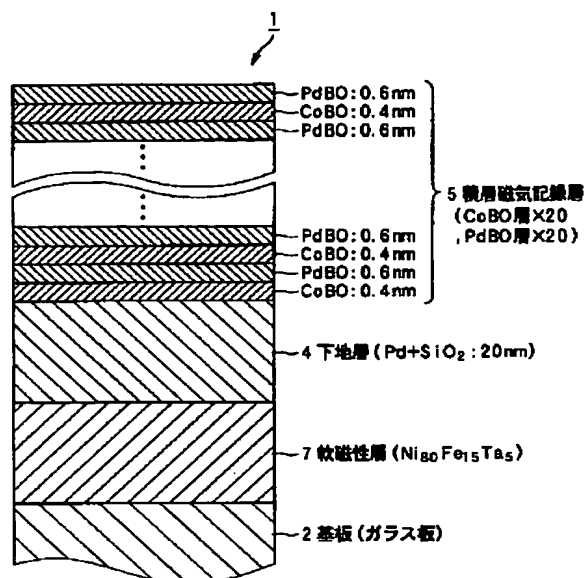
実施例15

【図15】



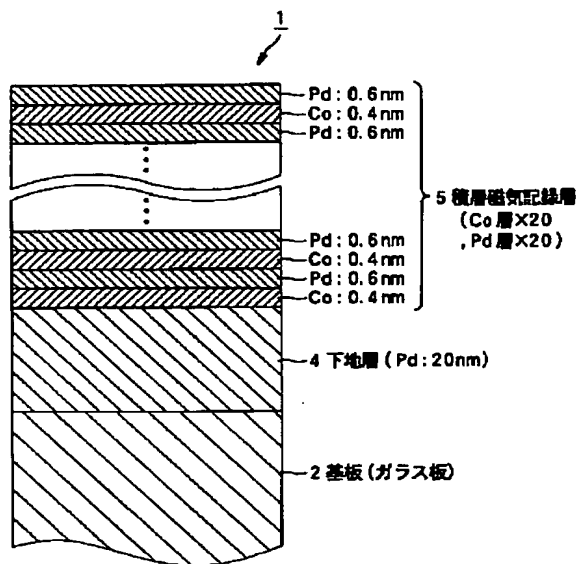
BEST AVAILABLE COPY

【図12】



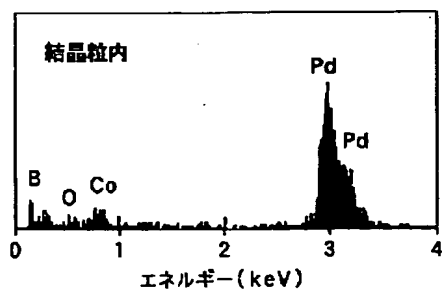
実施例36

【図13】

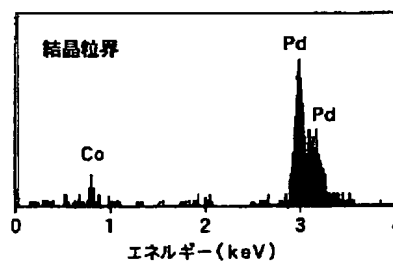


比較例

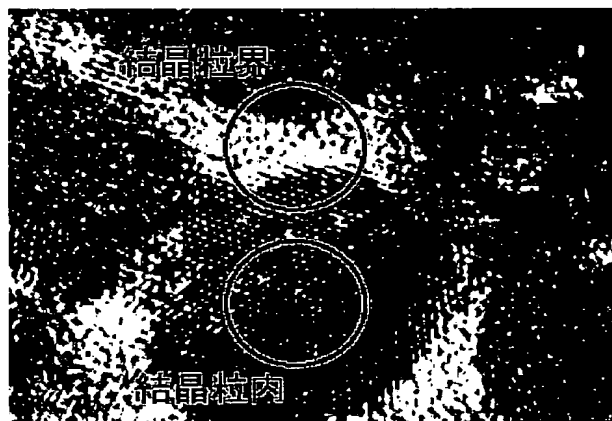
【図16】



【図17】



【図18】



BEST AVAILABLE COPY